

**Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta**

**Charles University in Prague, Faculty of Natural Sciences**

Doktorský studijní program: Aplikovaná a krajinná ekologie

Ph.D. study program: Applied and landscape ecology

Autoreferát disertační práce  
Summary of the Ph.D. Thesis



## **Epidemiologická analýza vlivu znečištění ovzduší na zdraví v regionálním měřítku**

**Epidemiology analysis of the air pollution effect on the health in regional scale**

Autor/Author: MUDr. Eva Rychlíková

Školitel/Supervisor: MUDr. Radim J. Šrám, DrSc.

Praha, 31.7.2014

## **OBSAH**

Abstrakt	3
1. Úvod	5
2. Cíle	6
3. Materiál a metodika	7
4. Výsledky a diskuze	10
5. Závěry	13
6. Použitá literatura	16
7. Životopis	23
8. Seznam publikací	25

S dizertací je možno se seznámit v příslušných knihovnách Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

## ABSTRAKT

Práce se týká hodnocení zdravotního rizika znečištění ovzduší aerosolovými částicemi v některých jeho významných krocích. Přináší důkazy o expozici znečištění ovzduší u citlivých skupin populace a jejich důsledcích. Expozice je počátek příčinného řetězce nemocí, které vznikají z vnějších příčin. Jejím přičiněním může vzniknout zdravotní riziko a je také jeho hlavní podmínkou. Není-li expozice, není ani zdravotní riziko. Abychom mohli riziku předcházet, musíme expozici znát. Hodnotili jsme kvalitu ovzduší a pravděpodobnost zdravotního efektu. Sledovali jsme expozici pomocí aktivního dotazníku u tří skupin populace, která je citlivá vůči faktorům životního prostředí. Změřili jsme personální expozici u dětí. Při sestavení dotazníku jsme respektovali doporučení US EPA a WHO. Citlivost populace je dána vlastnostmi organismu, specifickým obdobím jeho vývoje, způsobem života, okolnostmi, za kterých k expozici znečištění dochází. Hodnotili jsme dopady aerosolových částic na zdraví, kterými jsou respirační nemocnost dětí, dlouhodobá úmrtnost, krátkodobá úmrtnost.

Znečištění ovzduší a jeho vývoj bylo hodnoceno pro Ústecký kraj, Prahu a Moravskoslezský kraj. Ve stejném území byly sledovány pravděpodobné dopady na morbiditu a mortalitu.

Expozice senzitivních skupin matek s dětmi do tří let byla zjišťována u 30 matek na mateřské dovolené s dětmi od dvou měsíců do tří let během pracovních dnů v jednom týdnu v podzimním období 2007. Expozice těhotných žen byla sledována u 40 osob stejným způsobem pomocí aktivního dotazníku po dobu pěti všedních dní na podzim roku 2008. Matky s dětmi do tří let i těhotné ženy žily v okrajové části Kladna v rodinných domcích. Třetí expoziční skupinou byly školní děti ve věku 9 – 14 let. Zde byly aktivní dotazníky jen doplňující součástí studie. Měření osobní expozice aerosolovým částicím bylo provedeno v Litvínově, Ústí nad Labem a Litoměřicích. U dětí bylo realizováno měření osobní expozice aerosolovým částicím  $PM_{10}$  pomocí odběrového zařízení připnutého k mikině nebo svetříku a malého čerpadla upevněného k pasu. Výsledky měření byly porovnány s měřením v nejbližším bodu monitorovací sítě ČHMÚ. Odběry aerosolových částic byly prováděny v zimě a v létě a porovnány. Měřená osobní expozice charakterizovala skutečnou expozici znečištění, kterému byly děti během dne vystaveny, lépe než měření v monitorovací síti. Určení expozice konkrétní populace a její nemocnosti a úmrtnosti v důsledku znečištění lze využít k hodnocení v rámci hodnocení vlivů na veřejné zdraví.

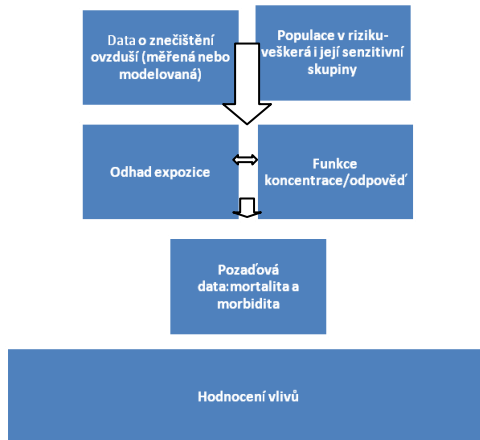
## ABSTRACT

Work involves a health impact assessment of the air pollution of aerosol particles at the some important steps. It describes evidence on air pollution exposure in vulnerable groups of population and searches for the effects. An exposure is a component of causal chains of diseases coming from external origin. And just because it is the main condition. If there is no exposure, there is no health risk. For a possibility to prevent disease we need to know an exposure. We investigated exposure with an activity questionnaire in the three groups of population whose would be to the environmental factors, mainly air pollution, vulnerable. The personal exposure was monitored in a group of children. In preparing the questionnaire, we respect the recommendation of US EPA and WHO. Sensitivity is determined by the properties of the organism, specific period of its evolution, lifestyle and behaviour, the circumstances under which exposure to pollution occurs. We evaluated the effects on health which included short-time mortality, long-time mortality and respiratory morbidity in children. The air pollution and its development were evaluated in the Ústecký Region, Region of Prague and Moravskoslezský region. The mortality was investigated at the same areas.

Exposures of mothers with children from two months till three years age were studied in 30 mothers with children on maternity leave during working days in one week in autumn 2007. Exposures of pregnant women were studied in 40 women by the same way using the activity questionnaire for five all their days in the fall of 2008. Mothers with children under three years age and the pregnant women were living in the suburb of Kladno in family houses. The third exposed group we investigated were school children aged 9-14 years. In this case the activity questionnaires were only additional part of the study. Monitoring of the aerosol particles was performed in Litvinov, Usti nad Labem and Litomerice. In children was realized measurement of personal exposure to PM<sub>10</sub> particles using the sampler clipped to the sweater and with small pump fasted to the waist. The results were compared with data from the nearest point of automatic monitoring network provided by the CHMI. Samples were taken in winter and summer season and compared to one another. In the children exposed to the air pollution during the whole day, personal monitoring can characterize the topical exposure better than the outcomes from the monitoring network. The learning of exposure influence in the specific group of population as well as in mortality and morbidity seems to be helpful in the health impact assessment.

## 1. ÚVOD

Ochrana ovzduší je významným technickým oborem blízkým environmentální medicíně. Může zamezit riziku poznanému a předejít novým rizikům (EC, 2000). Podle WHO (2009) je 23% nemocí spojených s faktory životního prostředí. I dnes vznikají environmentální onemocnění např. otravy arsenem z pitných vod v Bangladéši, Indii (Rahman et al. 2006, 2005). Znečištění ovzduší Prahy, Teplic a Prachatic dosahovalo, ale ještě i teď dosahuje hodnot, kdy lze efekt pravděpodobně nalézt (Dostál et al. 2009, 2011, 2013, 2014, Dejmk et al. 1999, 2000). Dopady znečištění lze nalézt epidemiologickými studiemi (Sioutas et al. 2005, Bonita et al. 2006, Briggs et al. 2009, WHO, 1986) někdy provázenými sledováním biomarkerů (Routledge et al. 2003, Ruckerl et al. 2006, Schwartz et al. 2005, Pearson et al. 2010, 2005, Peel et al. 2005, 2007, Sram et al. 2005, Araujo et al. 2008). Znečištění ovzduší aerosolovými částicemi s obsahem karcinogenních látek, jako je arsen, kadmium a olovo v letech 1985 – 1993 přinášelo pravděpodobné významné individuální zdravotní riziko pro obyvatel žijící v Ústí nad Labem, Kadani a Tanvaldu (Příloha 3). Opatření na zdrojích přineslo významné zlepšení kvality ovzduší a snížení zdravotního rizika. Jisté znečištění ovzduší však přetrvává, protože hlavním zdrojem energie je uhlí a přibylo dopravy. Úmrtnost sleduje trend kvality ovzduší a zlepšuje se, nicméně pomalé zlepšování kopíruje znečištění průmyslem a dopravou zatížených lokalit (Příloha 13, 14). Městský život přináší zdravotní rizika, na které odpovídá zdraví dětí i dospělých (Příloha 9, 10). Atmosférické aerosolové částice jsou rozlišovány podle velikosti a jemné a ultrajemné jsou nebezpečné, protože pronikají hluboko do plic a mohou dospět až do alveolární (WHO, 2005). Naše práce zhruba doplňuje schéma publikované WHO v roce 2006.



Postup hodnocení vlivu znečištění ovzduší na zdraví (WHO, 2006)

## 2. CÍLE PRÁCE

### **Otázka 1: Existuje znečištění aerosolovými částicemi, které ohrožuje lidské zdraví? Je to riziko pro děti?**

Cílem práce a základní otázkou bylo poznat v místech, kde je významné znečištění ovzduší, zda mohou být citlivé populační skupiny ovlivňovány znečištěním ovzduší.

### **Otázka 2: Existuje pravděpodobnost, že při zjištěných koncentracích aerosolových částic ke změnám zdraví dochází?**

S využitím znalosti vztahů dávky a účinku, resp. koncentrace a účinku, je možné odhadnout dopad na zdraví u exponované populace. Může jít o znečištění historické, současné i budoucí.

### **Otázka 3: Je pravda, že se lidský organismus setká se znečištěním, které ho může pravděpodobně poškodit?**

Citlivé skupiny obyvatelstva se mohou odlišovat mírou expozice aerosolovým částicím ve vnitřním i venkovním ovzduší i fyzickou zátěží, která může inhalaci zvyšovat i snižovat. První skupinou, resp. skupinami, které byly cílem našeho zájmu, byly matky s dětmi do tří let. V další studii jsme sledovali

expozici skupinu těhotných žen. Poslední skupinou byla malá skupina školních dětí. Prostředí, ve kterém se sledované osoby vyskytovaly, bylo mikroprostředí domova, jeho okolí, prostředí v dopravním prostředku a místa ostatní.

#### **Otázka 4: Jak se projevilo pravděpodobně znečištění aerosolovými částicemi na zdraví ?**

Statistickými indikátory zdravotního stavu jsou úmrtnost a nemocnost. Zatímco úmrtnost je sledována již několik set let, ke zjištění nemocnosti musí být často připraveny cílené studie. Výjimkou jsou nemoci povinně hlášené a tedy i evidované. Vyhodnocení expozice senzitivních skupin má svůj význam a může se uplatnit při hodnocení zdravotního rizika inhalační expozice vnějšímu ovzduší a dosud zcela nepoznanému ovzduší uvnitř budov.

#### **Otázka 5: Lze výsledků použít ke zlepšení současného stavu?**

Zpracováním studií o expozici a efektu znečištěného ovzduší na zdraví citlivých skupin je možné přispět ke znalostem o populační zátěži, zvycích, které mohou zdravotní stav populace zhoršovat. Poznání vlivu je prvním krokem prevence. A mělo by být i podkladem pro politická rozhodnutí.

### **3. MATERIÁL A METODIKA**

Znečištění ovzduší aerosolovými částicemi v Praze, Teplicích a Prachaticích jsme hodnotili v roce 2005 (Příloha 1). V roce 2011 (Příloha 2), a dříve také v roce 1998 v Kadani, Tanvaldu a Ústí nad Labem a v letech 2007 a 2008 na Kladně (Příloha 6 a 7). Kovy v aerosolových částicích jsme se zabývali v Ústí nad Labem, Tanvaldu, Kadani. Částicemi a polycyklickými aromatickými uhlovodíky v Praze, Prachaticích, Teplicích a v Ostravě-Bartovicích/Radvanicích. Historický vývoj kvality ovzduší od devadesátých resp. osmdesátých let minulého století jsme hodnotili v Příloze 1 a 2.

Hodnocení zdravotního rizika znečištění ovzduší arsenem, kadmíem a olovem v letech 1985 – 1998 jsme provedli podle metodiky US EPA (1986). Pro aktuální znečištění ovzduší v Ostravě jsme odhadli pravděpodobné zvýšení incidence příznaků astmatu na základě metaanalýzy Weinmayr et al. (2010) jako krátkodobého dopadu znečištění ovzduší aerosolovými částicemi PM<sub>2,5</sub>.

Hodnocením expozice venkovnímu znečištění ovzduší a vnitřnímu prostředí u vulnerabilních populačních skupin jsme se zabývali v letech 2007 – 2008 a ve školním roce 2012-2013. Použili jsme dotazníky, stacionární měření a personální odběry.

Cílovou vulnerabilní skupinou bylo 30 matek s dětmi a 40 těhotných žen (Příloha 6 a 7) z Kladna, které jsme sledovali pět dní. Personální expozice aerosolovým částicím PM<sub>10</sub> u školních dětí byla měřena v roce 2012 – 2013. A změřili jsme 15 expozic. Naše šetření byla realizována v území, kde docházelo k překračování imisních limitů (ČHMÚ, 2013) pro aerosolové částice o velikosti PM<sub>10</sub>, polycyklických aromatických uhlovodíků a cílových hodnot PM<sub>2,5</sub>. Vyhodnotili jsme pravděpodobné zdravotní riziko As, Cd, Pb v aerosolových částicích v Ústí nad Labem, Kadani a Tanvaldu. Dále jsme hodnotili riziko ze znečištění ovzduší pro obyvatele části Ostravy Radvanice/Bartovice. Sledování respirační morbidity dětí (Příloha 9, 10, 11, 12) a mortality (Příloha 13 a 14) pokrývalo populaci znečištěného území Teplicka a Prachatic, Moravskoslezského kraje, kde byla rozlišena více a méně znečištěná část, a Prahy.

Inspirací pro tvorbu dotazníku byla doporučení Berglund et al. (2001). Validaci dotazníku jsme provedli v pilotní studii u našich pracovníků. Sledování aktivit rozlišovalo v zásadě tři typy expozic: uvnitř budovy, venku, v dopravním prostředku. Při expozici uvnitř byly sledovány aktivity, přinášející kontaminaci aerosolovými částicemi: luxování, vaření, aktivní a pasivní kouření, evidován byl i spánek. Expozice byla rozlišena podle vzdálenosti od dopravy. Dopravním prostředkem byl míněn automobil, autobus, sanita, vlak. Zároveň jsme vyhodnotili dostupná data o imisních koncentracích aerosolových částic, vyjádřených jako PM<sub>10</sub> a účelovým měřením jsme získali údaje o kvalitě venkovního ovzduší v okolí. Provedli jsme jedno měření aerosolu v ovzduší uvnitř domku, kde bydlela matka s batoletem. Měření v interiéru v obydlí bylo provedeno přístrojem Haz-Dust EPAM 5000 (Eighty Four, USA) podle SOP č. 107 ZÚ Kolín. Korekce na tvar částic byla provedena. Nejistota měření byla 20 %.

Sledování expozice těhotných žen (Příloha 7) vnitřnímu a venkovnímu ovzduší v roce 2008 se týkalo senzitivní skupiny 40 těhotných žen a zjištění vztahu koncentrací uvnitř a venku v obydlí matek. Chtěli jsme zjistit, zda a v jaké míře je mateřský organismus vystaven znečištění ovzduší, zejména znečištění částicemi PM<sub>10</sub>. Šetření bylo doplněno měřením koncentrací aerosolových částic v domku matky zajištěným SZÚ.

Sledování expozice u 9 – 14 letých dětí ze základní školy (Příloha 8) bylo provedeno v Ústeckém kraji. Šlo o 15 personálních odběrů aerosolu v zimním a letním období spolu s vyplněním dotazníku. Čtyři děti žily v panelovém domě, dvě v rodinných domcích. Jeden chlapec byl z Litvínova, jedno děvče



z předměstí Litoměřic, ostatní děti žily v centru regionu - Ústí nad Labem. Čtyři děti používaly denně k dojíždění do školy autobus nebo trolejbus.

Nemocnost byla sledována v kohortě 1888 dětí narozených v okresech Teplice a Prachatice v letech 1994 – 1998 po dobu deseti let. Lokality se lišily znečištěním ovzduší a to jak obsahem aerosolových částic, tak koncentracemi polycyklických aromatických uhlovodíků (Příloha 9, 12). Ve spolupráci s pediatry a sestrami byly provedeny výpisy z dokumentace dětí, týkající se sociodemografických ukazatelů, kouření, domácích miláčků, alergií, kojení. Diagnózy byly vyjádřeny kódy podle MKN-10. Vztah nemocí a nezávislých proměnných byl vyjádřen Risk rate a konfidenčním intervalem. Pro multivariátní analýzy byla využita negativní binominální regrese, pro bivariátní testování vlivu kovariát by použit Kruskal-Wallisův equality-populations rank test (Příloha 9, 12).

Respirační nemocnost dětí v Ostravě 2001 – 2009 (Příloha 10, 11) byla sledována u kohorty 1888 dětí narozených v letech 2001, 2002, 2003 a 2004 během prvních pěti let života. Lokality, kde děti žily, byly geograficky rozděleny podle úrovně znečištění. Onemocnění byla sledována anamnesticky, informace o dětech poskytovaly matky v dotazníku popisujícím situaci v místě bydliště, anamnézu, potíže a nemoci dětí, sociodemografické ukazatele. Rozdíly v prevalenci diagnóz byly významné a v neprospěch skupiny dětí žijících v nejvíce znečištěné východní části Ostravy (Příloha 11).

Vývoj dlouhodobé úmrtnosti ve dvou lokalitách Moravskoslezského kraje s rozdílnou úrovní znečištění zevního ovzduší byl sledován pro roky 1982 – 2008 (Příloha 13). Při sledování úmrtnosti byla provedena nepřímá standardizace pro celkovou, kardiovaskulární nemoci a respirační a nádorovou úmrtnost pro muže a ženy v Moravskoslezském kraji ve znečištěných okresech a okresech čistějších. Ta byla porovnána s úmrtností v České republice a v pánevních okresech. Sledování krátkodobé úmrtnosti (Příloha 14) v území s různým znečištěním bylo provedeno pro tři lokality České republiky: Moravskoslezský kraj, Prahu a okresy Severočeské hnědouhelné pánve. Úmrtnost byla standardizována a vyhodnocena pro obě pohlaví vzhledem k odlišnému průběhu hlavních příčin úmrtí. Hlavními sledovanými příčinami úmrtí byla kardiovaskulární onemocnění a nemoci plic. Pro statistické vyhodnocení byl použit Poissonův regresní model a generalizovaný aditivní model. Pro vyloučení konfounderů (meteorologické a sezónní faktory) jsme využili funkce loess.

Využití identifikace znečišťujících látek k hodnocení rizika, znalost míry kontaktu se znečištěním, hodnocení expozice, nalezení vztahu dávky a účinku a pravděpodobnosti ovlivnění zdraví, lze využít k hodnocení zdravotního rizika (US.EPA, 1986) a podkladům ke zlepšení stavu (Příloha 15 a 16).

Je využíváno také v procesu strategického hodnocení vlivů na životní prostředí k tzv. „Health impact assessmentu“ (Mindel et al., 2003) sloužícímu pro hodnocení koncepcí, politik a strategií (Příloha 16).

#### **4. VÝSLEDKY A DISKUSE**

Lze říci, že znečištění ovzduší má vliv na zdraví (Logan, 1953, Donaldson et al. 2003, 2005, Dockery et al. 1994, Schwartz, 1994, Horstmann et al. 1997, Katsouyannii et al. 2005, Kelly et al. 2003, Franchini et al. 2011, Herr et al. 2011, Hertz-Picciotto et al. 2007, Dawoodi et al. 2010, Anderson et al. 2004, 1996, Bell et al. 2001, Rabinowitch et al. 2006, Weinmayr et al. 2004). Období, kdy koncentrace byly velmi vysoké a pravděpodobnost poškození rovněž, pominula (Kotěšovec et al. 2007, 2009, Clancy et al. 2002, Jelinkova et Branis, 2002). Karcinogenní riziko, provádějící inhalační expozici částic s obsahem kovů, bylo velmi vysoké. V roce 1989 v Kadani koncentrace arsenu přinášely individuální celoživotní riziko onemocnění karcinomem plic 5 na 10 000, v Ústí nad Labem 2,5 na 10 000, v Tanvaldu 3 na 10 000. Po roce 1989 došlo k řádovému snížení ve všech hodnocených místech (Příloha 3). Pravděpodobnost změn zdravotního stavu, které vycházejí ze znečištění ovzduší PM<sub>2,5</sub> v Ostravě – Radvanicích/Bartovicích v roce 2005 – představuje populační riziko aditivních 17 úmrtí pro všechny diagnózy, aditivních 21 let celkové pracovní neschopnosti u obyvatel, 660 osob navíc proti normálnímu výskytu osob s chronickou bronchitidou v populaci dospělých žijících v Ostravě-Radvanicích/Bartovicích. Expozice aerosolovým částicím způsobí, že děti budou pravděpodobně 1,5 – 5x více stonat pro onemocnění dýchacích cest a se zánětem středního ucha, proti situaci bez znečištění. Děti také pravděpodobně prokašlou o 9-16 dní více během roku (Příloha 4). Stále se vyskytují ještě koncentrace aerosolových částic PM<sub>2,5</sub> a benzo (a) pyrenu, které mohou zdraví dětí ovlivnit. Odhad četnosti astmatických příznaků u dětí s astmatem a chronickými nemocemi dýchacích cest v místě nejvyššího aktuálního denního znečištění v roce 2010 v Moravskoslezském kraji mohl představovat až 160 % nárůst (Příloha 5). Že jde o realitu bylo zjištěno v další práci v letech 2011 – 2012 (Příloha 10, 11) při sledování respirační nemocnosti. Epizodické vysoké hodnoty znečištění ovzduší aerosolovými částicemi nejsou dětskému organismu lhostejné.

O tom, zda a jak jsou vystaveny citlivé skupiny obyvatel ovzduší (Kuh et al. 2003, Makri et al. 2004), vypovídají výsledky sledování z roku 2007 a 2008 a potvrzují kontakt se znečištěním. U kladenských dětí a matek byla zjištěna venkovní expozice během 5 sledovaných dní (včetně aktivit doma při otevřeném okně) 17% denní doby, pro matky 22%. Expozice dětí i matek v dopravě zabrala 6% dne. Zbývající čas pobývaly matky a děti doma, při tom matky svými denními činnostmi, jako je vaření a luxování, vyvíjely částice a při této aktivitě se děti pasivně účastnily. Kouřily dvě matky z 30. Poměr měřených venkovních a vnitřních koncentrací  $PM_{10}$  v obydlí byl 0,83. Vnitřní koncentrace aerosolových částic  $PM_{10}$  byly o 17% vyšší, než venkovní.

Expozice budoucích kladenských matek venkovnímu ovzduší byla proti matkám s dětmi do tří let delší, dosáhla 44%. Pravděpodobně to způsobilo nezvykle teplé podzimní počasí v období studie. Využili jsme stejné metody sledování dotazníky u 40 těhotných žen po dobu 5 dnů. Pobyt ve vnitřním prostředí při zavřeném okně zahrnoval u těhotných žen 0 – 97,5% denní doby. Průměrnou hodnotou pobytu matky uvnitř bylo 55% denní doby, medián ve zcela uzavřeném prostoru představoval 60% doby.

Sledování personální expozice aerosolovým částicím  $PM_{10}$  měřením u dětí ze základních škol proběhlo v listopadu 2012 až březnu 2013 během topné sezóny. V září 2013 proběhla letní měření.

Děti trávily více než 75% denní doby v padesátimetrové blízkosti dopravy. Venkovní aktivity se současnou vzdáleností 50 m od dopravy trvaly 4% denní doby. Čas trávený ve veřejné dopravě nebyl dlouhý, v zimě šlo o 3,1%, v létě méně. Období trávené ve vnitřním ovzduší představovalo 95% denní doby (24 hod.). Okno bylo otevřené v zimě ve 13%, v létě ve 34% denní doby). Překvapující délka doby, kdy dítě sedělo, popř. leželo, zabírala celkem 90% denního cyklu v zimě a 83% v létě (Příloha 8). To sice znamenalo minimální hloubku dýchání a příjem znečišťujících látek a tím rizika znečištění ovzduší, ale přinášelo velké riziko související s omezením pohybu.

Při měření personální expozice aerosolovým částicím  $PM_{10}$  u školních dětí byla zajištěna gravimetrií. V zimním období a v létě byly nalezeny rozdílné hodnoty, které nebyly statisticky významné. Naměřených hodnot byl však malý počet. Aritmetický průměr veškerých (zimních i letních) výsledků měření personální expozice dětí aerosolovým částicím  $PM_{10}$  byl porovnán s průměrem měření denních hodnot  $PM_{10}$  získaných prostřednictvím AIM. Aritmetický průměr personálních expozic dětí byl  $54,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SD 18.2). Aritmetický průměr pro tytéž dny v místech měření AIM byl  $22,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SD 14.4).

Hodnota T- testu byla 2,970356 a P-Value 0,002263. Lze říci, že průměrná personální expozice aerosolovým částicím PM<sub>10</sub> u dětí a průměrná venkovní koncentrace zjišťované automatickým imisním monitoringem se významně lišily (Příloha 8). Výsledky jsou srovnatelné s hodnotami zjištěnými Hinwood et al., 2014 a Wheeler et al., 2004.

Výsledky studií respirační nemocnosti vycházejí ze sledování kohorty dětí na Teplicku a Prachaticku studované v Programu Teplice a dále se týká kohorty dětí v Ostravě. Onemocnění se lišila u dětí ve městě Teplice a ve zbylém okrese. Děti z města Teplic měly onemocnění dýchacích cest těžší a komplikovanější. Lze tedy uzavřít, že děti žijící v městském prostředí okresního města více znečištěného okresu Teplice měly více závažnějších respiračních onemocnění, než děti žijící v čistějším okrese Prachatice, kde převažovaly záněty horních cest dýchacích (Příloha 9).

Děti z okresu Prachatice měly signifikantně vyšší prevalenci alergické rhinitis a nižší prevalenci sípání než děti z okresu Teplice. Tři regiony se lišily spektrem dýchacích onemocnění spíše, než celkovou nemocností a, hypoteticky, vliv znečištění ovzduší byl potlačen rozdíly v úrovni urbanizace (Příloha 11).

Hlavním cílem sledování nemocnosti v Ostravě bylo ověřit hypotézu, zda děti narozené a žijící v Ostravě-Radvanicích/Bartovicích mají vyšší incidenci akutních respiračních onemocnění než děti v jiných částech Ostravy. V pěti obvodech Ostravy byly u deseti pediatrů ze zdravotní dokumentace dětí (narozených 2001 – 2004) získány kompletní seznamy všech onemocnění, která prodělaly od narození do věku pěti let. Děti byly rozděleny podle místa narození a bydliště do 4 oblastí. Porovnána byla nemocnost 1655 dětí českého etnika. V prvním roce života byla incidence zánětů horních cest dýchacích u 183 dětí narozených a žijících v severovýchodní oblasti Ostravy (většinou v Radvanicích/Bartovicích) o 160 a více onemocnění/100 dětí/rok vyšší než u dětí z ostatních částí Ostravy. Od narození po celých pět let byly u těchto dětí rovněž několikrát vyšší incidence zánětů plic, angin, viróz a střevních infekčních onemocnění. Navíc měly tyto děti třikrát vyšší prevalenci bronchiálního astmatu diagnostikovaného pediatrem/alergologem a dvakrát vyšší prevalenci atopického ekzému a alergické rýmy (Příloha 10, 12). Nejnižší nemocnost byla nalezena u dětí žijících v nejméně znečištěné západní části města (Příloha 12).

V období 1982 – 2008 byla sledována standardizovaná úmrtnost (SÚ) a střední očekávaná délka života při narození (SDŽ) ve dvou lokalitách

Moravskoslezského kraje s různou úrovní znečištění zevního ovzduší. Průměrná koncentrace  $PM_{10}$  v období 1997 – 2008 byla ve znečištěné lokalitě  $44,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  resp.  $35,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Průběh SÚ a SDŽ v obou lokalitách Moravskoslezského kraje byl porovnán navzájem také s Českou republikou a s „pánevní oblastí“ Ústeckého kraje (ÚK). Nejvyšší hodnoty celkové i specifické SÚ jsou zjišťovány v „pánevní oblasti“ ÚK, která byla, zvláště v 80. letech a počátkem 90. let dvacátého století, charakterizována extrémní úrovní znečištění venkovního ovzduší.

Vztah mezi denní celkovou, kardiovaskulární a respirační úmrtností u mužů a žen a zvýšením  $PM_{10}$  o  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  v ovzduší byl sledován v Praze, v průmyslových okresech Moravskoslezského kraje (MSK) a v severozápadní části ČR (dále jen SČ-UP). Během celého sledovaného období (1997 – 2009) byly měřeny denní koncentrace  $PM_{10}$  v 18 monitorovacích stanicích ČHMÚ. Pro výpočty bylo použito celkem 367 504 úmrtí. Průměrné roční koncentrace  $PM_{10}$  byly  $44,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (MSK),  $38,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (SČ-ÚP) a  $28,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Praha). V zimních měsících byly tyto koncentrace  $PM_{10}$  vždy vyšší. V souvislosti se zvýšením koncentrace  $PM_{10}$  o  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bylo u mužů zjištěno významné zvýšení celkové úmrtnosti (pro čtyřdenní průměr  $PM_{10}$ ) o 8,33% v MSK, 7,88% v Praze, a 5,95% v SČ-UP. Tato souvislost je nejzřetelnější v oblasti s nejvyšší koncentrací  $PM_{10}$ . Vyšší vzestup úmrtnosti byl zjištěn u mužů starších 65 let (13,67% v MSK, 8,49% Praha, 8,41% SČ-UP). Vztah mezi denní úmrtností a  $PM_{10}$  je rovněž výraznější u kardiovaskulární (CVD) úmrtnosti (12,9% MSK, 9,72% Praha, a 9,03% SČ-UP) zejména u mužů nad 65 let (18,42% MSK, 10,49% Praha, a 12,76% SČ-UP) a také u respirační úmrtnosti v MSK (14,26%) a v Praze (18,24% - lag 2).

U žen jsou výsledky zcela rozdílné. U denní celkové a kardiovaskulární úmrtnosti nebylo pozorováno zvýšení úmrtnosti v závislosti na zvýšení koncentrací  $PM_{10}$  o  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; pouze u žen žijících v SČ-UP byla signifikantně zvýšena respirační úmrtnost. Zřejmě je, že úmrtnost je významně ovlivňována i dalšími faktory, jako jsou rozdíly v expozici jiným polutantům v profesionálním, zevním i domácím prostředí, rozdíly v prevalenci a intenzitě kouření, vzdělání a socioekonomickém stavu (Příloha 14).

## 5. ZÁVĚRY

Účelem našeho sledování bylo ověřit, zda existuje znečištění ovzduší aerosolovými částicemi v koncentracích, které by mohly poškodit lidské zdraví, zejména dětí, u nichž je nezbytné riziko z prostředí snižovat (WHO,

2004). Zabývali jsme se znečištěním ovzduší v Teplicích, Prachaticích a Praze, Ostravě Radvanicích/Bartovicích. Popsali jsme dlouhodobé znečištění ovzduší v Podkrušnohoří, které dovedlo pravděpodobně spolu s dalšími faktory přivést zdraví tamních obyvatel do stavu, ve kterém je. V tomto území umírají lidé dříve, než v celé ČR a je zde i nejkratší střední délka života, ovzduší však v současnosti už nejhorší není. Pravděpodobnost výskytu poškození jsme kvantifikovali postupem podle US EPA (1986) – Health risk assessment. Využili jsme měření znečištění ovzduší arsenem, kadmiiem a olovem v částicích TSP z let 1985 – 1997, odhadovaným efektem byla karcinogenita. Pravděpodobnost vzniku nádoru byla neúnosně vysoká v období znečištění ovzduší zejména do roku 1989. Aerosolové částice a polycyklické aromatické uhlovodíky a další složky aerosolových částic se podílejí i na atherogenezi a aktuálně na změnách podporujících kardiovaskulární nemoci. Dále jsme hodnotili zdravotní riziko znečištění ovzduší karcinogenními uhlovodíky a částicemi pro část Ostravy-Radvanice/Bartovice. Zdravotní riziko celkové úmrtnosti a úmrtnosti kardiovaskulární bylo vysoké. Vyzkoušeli jsme odhad efektu krátkodobého působení koncentrací prachu  $PM_{10}$  a pravděpodobnosti zhoršení stavu u astmatických dětí. Podle metaanalýzy Weinmayr et al. (2010) může každé zvýšení koncentrací o  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  znamenat i nárůst příznaků astmatu o 2,8%. Krátkodobé vysoké znečištění aerosolovými částicemi  $PM_{10}$  v lednu roku 2010 mohlo zvýšit u astmatických dětí a dětí s chronickými nemocemi dýchacích cest zhoršení stavu. Přítomnost tohoto aktuálního znečištění zdůvodňuje, proč je výskyt dětí s astmatickými nebo astmatu podobnými záchvaty právě v této oblasti tak vysoký. Jsou přítomny koncentrace dost vysoké na to, aby záchvat kašle vyvolaly častěji, kolísají a zvyšují se tak, že důsledkem jsou projevy zhoršení směřující ke stanovení diagnózy.

Pomocí dotazníku jsme provedli hodnocení expozice senzitivní skupiny matek a kojenců a batolat - dětí do tří let. Provedli jsme i zjištění vztahu koncentrací uvnitř a venku v obydlí dítěte. Zároveň byla sledována expozice matky ve venkovním prostředí, ta byla proti délce pobytu dítěte venku, delší. Účelem dalšího sledování bylo zjištění reálné expozice senzitivní skupiny 40 těhotných žen a zjištění vztahu koncentrací uvnitř a venku v obydlí budoucí matky. Chtěli jsme zjistit, zda a v jaké míře je mateřský organismus vystaven znečištění ovzduší, zejména znečištění částicemi  $PM_{10}$ . Expozice budoucích matek venkovnímu ovzduší byla proti předcházejícím sledováním senzitivních skupin matek s dětmi delší, dosáhla 44%.

Dotazníky aktivit u školních dětí, které v 95% denní doby setrvávají uvnitř budov, ať je to ve škole, nebo doma, ukazují i na negativa spojená se životním stylem. Děti se téměř vůbec nepohybují (93% v zimě, 90% v létě sedí nebo leží). Jak expozice dětí uvnitř, tak nedostatek pohybu se obracejí v neprospěch zdraví dětí. Školní děti, které jsme sledovali v Litvínově, Ústí nad Labem a v Litoměřicích, žijí podobným způsobem a v podobných podmínkách, jako děti v Anglii i Austrálii. V létě jsou naše sledované děti exponovány spíše aerosolovým částicím z půdy a prachu z dopravy, v zimě spíše aerosolovým částicím pocházejícím ze spalování uhlí. O expozicích vypovídá obsah kovů a arsenu v částicích aerosolu.

Dětská respirační onemocnění se často spojují se vdechováním částic (Příloha 9, 10, 11, 12). Vliv znečištění je však velmi úzce spjat se způsobem života, adikcemi, zejména kouřením aktivním i pasivním, nemocemi, nemocemi v rodině, zejména matky v těhotenství, expozicemi matek v těhotenství, kontaktem se znečištěním u dětí v útlém věku (Dejmek et al. 1999, 2000).

Dlouhodobá úmrtnost, kterou jsme standardizovali na standard České republiky, byla nejvyšší v „pánevních“ okresech Ústeckého kraje. Kardiovaskulární nemocnost se ve špinavější a čistější části Moravskoslezského kraje nelišila. Hodnoty byly nižší, než v severních Čechách. Ale v Ústeckém kraji – jeho pánevních okresech - a kraji Moravskoslezském, v čisté i špinavé oblasti, byla úmrtnost vyšší, než v České republice. Závislost úmrtnosti a znečištění by bylo vhodné sledovat prospektivně a s detailní znalostí expozice a charakteristik populace, nejlépe v rozsáhlé kohortě obyvatel. Daleko lépe bychom se vyrovnali s konfoundery, zejména ze sociální oblasti. Krátkodobá úmrtnost se ve srovnání s dlouhodobou chovala jinak. Nejvyšší byla v Ostravě, poté v Praze a nakonec nejnižší v Ústeckém kraji. Projevovala se ve věkové skupině obyvatel starší ch 65 let, u ústeckých žen byla pouze u ústeckých žen vyšší úmrtnost na respirační nemoci (Příloha 14).

Naše zjištění mohou být podkladem pro proces hodnocení vlivu na zdraví pro obyvatele České republiky. V hodnocení vlivu na zdraví (health impact assessment) je lze využít.

## 6. POUŽITÁ LITERATURA

Araujo J, Barajas B, Kleinman M, Wang X, Bewnett B, Gong KW, Navab M, Harkema J, Sioutas C, Lulis AJ, Nel AE (2008) Ambient Particulate Pollutants in the Ultrafine Range Promote Early Atherosclerosis and Systemic Oxidative Stress. *Circulation Research* 14: 580 – 59

Anderson RH, Ponce de Leon A, Bland JM, Bowe J, Strachan DP (1996) Air pollution and daily mortality in London. 1987-92 *BMJ* 312: 665-669

Anderson RH, Atkinson RW, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K (2004) Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O<sub>3</sub>). Report of a WHO task group. WHO EUR/04/5042688

Bell M, Davis DL (2001) Reassessment of the Lethal London Fog of 1952: Novel Indicators of Acute and chronic Consequences of Acute to Air Pollution. *Environ Health Perspect* 109 (suppl3): 389 – 394

Berglund M, Elinder CG, Järup L (2001) *Human Exposure Assessment. WHO/SDE/OEH/01.3* 2001

Bonita R, Beaglehole T, Kjellström L (2006) *Basic Epidemiology*. World Health Organization

Briggs D, Sabel C, Kayoung L (2009) Uncertainty in epidemiology and health risk and impact assessment. *Environ Geochem Health* 31:199 - 203

Clancy L, Goodman P, Hamish S, Dockery DW (2002) Effect of air pollution control on death rates in Dublin, Ireland: An intervention study. *Lancet* 360: 1210 – 1214

Davoodi G, Sharif AY, Kazemisaeid A, Sadeghian S, Farahani AV, Sheikhhvatan M, Pashang M (2010) Comparison of heart rate variability and cardiac arrhythmias in polluted and clean air episodes in healthy individuals. *Environ Health Prev Med* 15:217–221

ČHMÚ, ÚOČO <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr12cz/png/o243-02.png>



Delfino JR (2010) Personal Endotoxin Exposure in School Children with Asthma-Final Report California Air Resources Board Contract NO 07-31-2010

Dejmek J, Solansky I, Benes I, Lenicek J, Sram RJ (2000) The impact of polycyclic aromatic hydrocarbons and fine particles on pregnancy outcome. *Environ Health Perspect* 108:1159–1164

Dejmek J, Sullivan GS, Benes I, Solansky I, Sram RJ (1999) Fetal growth and maternal exposure to particulate matter during pregnancy. *Environ Health Perspect* 107: 475-480

Dockery DW, Pope C A III (1994) Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health*,15: 107-132

Donaldson K, Stone V (2003) Current hypotheses on the mechanisms of toxicity of ultrafine particles. *Ann Ist Super Sanità* 39(3):405-410

Donaldson K, Mills N, McNee W, Robinson S, Newby, D (2005) Role of inflammation in cardiopulmonary health effects of PM. *Toxicol Appl Pharmacol* : 483 - 488

Dostál M, Topinka J, Nožička J, Šrám JR (2009) Vliv ovzduší na dětskou nemocnost. *Ochrana ovzduší* 5-6:15 – 26

Dostál M, Pastorková A, Rychlík Š, Švecová V, Rychlíková E, Šrám RJ (2011) nemocnost dětí v Ostravě 2001 – 2009. *Ochrana ovzduší* 5-6: 7-12

Dostal M, Prucha M, Rychlikova E, Pastorkova A, Sram RJ (2014) Differences between the spectra of respiratory illnesses in children living in urban and rural environments. *Cent Eur J Public Health* 22(1):3-11

Dostal M, Pastorkova A, Rychlik S, Rychlikova E, Svecova V, Schallerova E., and Sram RJ (2013) Comparison of child morbidity in regions of Ostrava Czech Republic, with different degrees of pollution: a retrospective cohort study. *Environmental Health* 12:74-84

Dostal M, Nozicka J, Rychlikova E, Sram RJ (2009) The Health of Children and Outdoor. *Epidemiology* 2009 (20) 6: S138

EC (2004) CAFE Working Group on Particulate Matter, Final draft second position paper on particulate matter, April 2004

EC (2000) Communication from the Commission on the precautionary principle/ COM/2000/0001 final <http://eur-lex.europa.eu>

Environmental Health & Engineering Inc. (2011) Emissions of hazardous air pollutants from coal fired power plants. *EHE Report 17505*

Franchini M, Mannuccio Mannucci P (2011) Thrombogenicity and cardiovascular effects of ambient air pollution. *Blood* 118: 2405-2412

Herr CEW, Ghosh R, Dostal M, Skokanova V, Ashwood P, Lipsett M, Joad JP, Pinkerton KE, Yap P-S, Frost JD, Sram R, Hertz-Picciotto I (2011) Exposure to air pollution in critical prenatal time windows and IgE levels in newborns. *Pediatric Allergy Immunology* 22: 75–84

Hertz-Picciotto I, Baker RJ, Yap PS, Dostal M, Joad JP, Lipsett M, Greenfield T, Herr CEW, Benes I, Shumway RH, Pinkerton KE, Sram R (2007) Early Childhood Lower Respiratory Illness and Air Pollution. *Environ Health Perspect* 115: 1510–1518

Hinwood J, Callan A, Heyworth J, McCafferty P, Sly PD (2014) Children's personal exposure to PM<sub>10</sub> and associated metals in urban, rural and mining activity areas. *Chemosphere* 108:125–133

Horstman D, Kotesovec F, Vitnerova N, Leixner M, Nozicka J, Smitkova D, Sram RJ (1997) Pulmonary function of school children in highly polluted Northern Bohemia. *Arch Environ Health* 52: 56-62

Jelinkova J, Branis M (2001) Mortality during winter smog episodes 1982, 1985, 1987 and 1993 in the Czech Republic. *Int A Occup* 74(8): 565-573

Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, Rossi G., Wojtyniak B, Sunyer J, Bacharova L, Schouten JP, Ponka A, Anderson H (2005) Short term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. *BMJ* 314: 1658-1663

Kelly F (2003) Oxidative stress: its role in air pollution and adverse health effects. *Occup Environ Med*, 60: 612–616

Kotěšovec F, Skorkovský J (2007) Porovnání úmrtnosti v Severních Čechách ve dvou obdobích vysokého a nízkého znečištění ovzduší. *Ochrana ovzduší* 5-6: 19-23

Kotěšovec F, Skorkovský J, Brynda (2009) Průběh dlouhodobé úmrtnosti v České republice a v některých regionech v letech 1982-2007. *Ochrana ovzduší* 5-6: 23-26

Kotesovec F, Skorkovsky J, Brynda J, Peters A, Heinrich J (2000) Daily mortality and air pollution in Northern Bohemia: Different effects for men and women. *Cent Eur J Publ Health* 8: 120-127

Kuh D, Ben-Shlomo Y, Lynch J, Hallqvist J, Power C (2003) Life course epidemiology. *J Epidemiol Community Health* 57: 778-783

Logan WPD (1953) Mortality in London fog incident 1952. *Lancet* 264,1: 336-338

Makri A, Stilianakis NI (2008) Vulnerability to air pollution health effects. *Int J Hyg Environ Health* 211 (3 - 4): 326-36

Mindell J, Joffe M (2003) Health impact assessment in relation to other terms of impact assessment. *J Public Health Med* 25: 107-112

O'Neill MS, Veves A, Sarant JA, Zanobetti A, Gold DR, Economides PA, Horton ES, Schwartz J (2007) Air pollution and inflammation in type 2 diabetes: a mechanism for susceptibility. *Occup Environ Med* 64: 373-379

Ostro B (1984) A Search for a Threshold in the Relationship of air Pollution to Mortality: A Reanalysis of Data on London Winters. *Environ Health Perspect*, 48: 397 - 359

Paleček F, Feitová S, Herget J, Kandus J, Novák M, Pokorný J, Vízek M, Vojanec V, Zapletal A (1999) Patofyziologie dýchání. Academia ISBN 80-200-0723-7

Peacock JL, Anderson HR, Bremner SA, Marston L, Seemungal TA, Strachan DP, Wedzicha J (2011) Outdoor air pollution and respiratory health in patients with COPD. *Thorax*, 66: 591-596

Pekkanen J, Peters A, Hoek G, Tiittanen P, Brunekreef B, de Hartog J, Heinrich J, Ibaldo-Mulli A, Kreyling WG, Lanki T, Timonen KL, Vanninen E (2002) Particulate air pollution and risk of ST-segment depression during repeated submaximal exercise tests among subjects with coronary heart

disease: the Exposure and Risk Assessment for Fine and Ultrafine Particles in Ambient Air (ULTRA) study. *Circulation* 106: 933–38

Person J, Bachireddy CH, Shyamprasad S, Goldfine AB, Brownstein BS Association Between Fine Particulate Matter and Diabetes Prevalence in the U.S. *Diabetes Care* 33: 2196–2201

Peel JL, Busico Metzger JC, Klein M, Flanders D, Mulholland JA, Gilbert PE (2007): Ambient Air Pollution and Cardiovascular Emergency Department Visits in Potentially Sensitive Group. *Am J Epidemiol* 165: 625–633

Peel JL, Tolbert PE, Klein M, Metzger KB, Flanders WD, Paige ET, Todd K, Mullholland JA, Ryan PB, Frumkin H (2005) Ambient Air Pollution and Respiratory Emergency Department Visits. *Epidemiology* 16 (2) : 167 – 174

Rabinowitch N, Strand M, Gelfand EW (2006) Particulate Levels Are Associated with Early Asthma. Worsening in Children with Persistent Disease. *Amer J of Respiratory and Critical Care Medicine* 173 (10) :1098-1105

Rahman MM, Sengupta, MK, Ahame A, Chowdhury UK, Lodh D, Hossain A, Das B, Roy N, Saha KCH, Pali SK, Chakraborti D (2005) Arsenic contamination of groundwater and its health impact on residents in a village in West Bengal, India. *Bulletin of the World Health Organization* January 2005 83 (1) : 49-57

Rahman M, Vahter M, Yunus M, Vahed AM, Streatfield PK, Ekström ECH, Persson LP (2006) Arsenic Exposure and Age- and Sex-Specific Risk for Skin Lesions: A Population-Based Case–Referent Study in Bangladesh. *Environ Health Perspect* 14 (12) : 1847–1852

Routledge HR, Ayres JG, Townend JN (2003), Why cardiologists should be interested in air pollution heart. *Heart* 89: 1383–1388

Rückerl R, Ibald-Mulli A, Koenig W, Schneider A, Woelke G, Cyrys J, Heinrich J, Marder V, Frampton M, Wichmann E, Peters A (2006) Air Pollution and Markers of Inflammation and Coagulation in Patients with Coronary Heart Disease. *Am Journ Respir Crit Care Med* 173: 432–441

Schneider A, Neas LM, Graff DW, Herbst MC, Cascio WE, Schmitt MT, Buse JB, Peters A, and Devlin RB (2010) Association of cardiac and vascular

changes with ambient PM<sub>2.5</sub> in diabetic individuals. *Particle and Fibre Toxicology* 7: 14-26

Schwartz J (2004) Air pollution and children's health. *Pediatrics* 113: 1037-1043

Schwartz J, Litonjua A, Suh H, Verrier M, Zanobetti A, Syring M, Nearing B, Verrier R, Stone P, MacCallum G, Speizer FE, Gold FG (2005) Traffic related pollution and heart rate variability in a panel of elderly subjects. *Thorax* 60: 455-461

Sioutas C, Delfino RJ, Singh M (2005) Exposure Assessment for Atmospheric Ultrafine Particles (UFPs) and Implications in Epidemiologic Research. *Environ Health Perspect* 113: 947-955

Skorkovský J, Kotěšovec F (2005) Porovnání úmrtnosti v průmyslovém regionu severních Čech v období s vysokým a nízkým znečištěním ovzduší. *Ochrana ovzduší* 5-6: 32-37

Skorkovský J, Kotešovec F, Švecová V, Brynda J, Rychlíková E, Šrám RJ (2010) Vývoj dlouhodobé úmrtnosti ve dvou lokalitách Moravskoslezského kraje s rozdílnou úrovní znečištění zevního ovzduší. *Ochrana ovzduší* 5-6: 28-34

Skorkovský J, Rychlíková E, Kotěšovec F, Šrám RJ (2011) Sledování denní úmrtnosti ve třech lokalitách s různými koncentracemi PM<sub>10</sub> v ovzduší – Česká Republika. *Ochrana ovzduší* 5-6: 23-29

Sram RJ, Binkova B, Dejmeek J, Bobak M (2005) Ambient air pollution and pregnancy outcomes: A review of the literature. *Environ Health Perspect* 113 : 375-382

Sullivan J, Ishikawa N, Sheppard L, Siscovick D, Checkoway H, Kaufman J (2003) Exposure to Ambient Fine Particulate Matter and Primary Cardiac Arrest among Persons With and Without Clinically Recognized Heart Disease. *Am J Epidemiol* 157: 501-509

US EPA (1986) Guidance documents EPA/630/8-87-045

US EPA (2005) IRIS Guidance documents EPA/630/P-03/003F

Weinmayr G, Romeo E, De Sario M, Weiland SK, Forastiere F (2010) Short Term Effects of PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub> on Respiratory Health among Children with Asthma or Asthma-like Symptoms: a Systematic Review and Meta-analysis. *Environ Health Perspect*: 118 (4): 449- 47

Wheeler AJ, Williams I, Beaumont A, Hamilton RS (2000) Characterisation Particulate Matter Sampled During a Study of Children's Personal Exposure to Airborne Particulate Matter in a UK Urban Environment. *Environ Monit and Asses* 65: 69–77

WHO IPCS (1983) Guidelines on Studies in Environmental Epidemiology EHC 27 WHO, Geneva

WHO (2004) Childrens' Environmental and Health Plan for Europe: Fourth Ministerial Conference on Environmental and Health, Budapest, 23-25 June 2004 : Eur/04/50462667/7: <<http://www.euro.who.int/document/e83338.pdf>>.

WHO IPCS (2005) EHC 237: Principles for Evaluating Health Risks in Children WHO Geneva

WHO Europe (2005) Fact sheet EURO/04/05

WHO Europe (2006) Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution Geneva

WHO (2009) Global Health Risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks Burden of Diseases ISBN 978924156387 1

Woodruff TJ, Darrow LA, Parker JP (2008) Air Pollution and Postneonatal Infant Mortality in the United States 1999–2002. *Environ Health Perspect* 116(1): 110–115

Vráblíková J, Beránek K, Blažková M et al. (2011) Revitalizace území v severních Čechách, UJEP FŽP Ústí nad Labem

Wright S, *Klinická fyziologie, Avicenum, Praha* (1970)

## 7. ŽIVOTOPIS/CURRICULUM VITAE

### MUDr. Eva Rychlíková

Pracoviště: Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem, lékař

Telefon +420477751167

E-mail: eva.rychlikova@zuusti.cz

### Vzdělání

2005 – Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Doktorský studijní program:  
Aplikovaná a krajinná ekologie

2005 – Autorizace HIA, HRA, Ministerstvo zdravotnictví

1982 - Nástavbová atestace hygiena všeobecná a komunální, IPVZ

1977 - Atestace z hygieny a epidemiologie , IPVZ

1998- “Environmental Health“, School of Hygiene and Public Health, Johns Hopkins University ve spolupráci se SZÚ Praha a 3.lékařská fakulta UK Praha v Praze,1998

2007 – Kurz Strategické hodnocení vlivů na zdraví, KÚ Ostrava

2006 – Kurz Strategické hodnocení vlivů na zdraví, KÚ Liberec

2006 –Kurz Medicina založená na důkazu, Universita Palackého Olomouc, leden 2006

2003 - Kurz v hodnocení zdravotních rizik , SZÚ , Praha

1996 -Kurz pro řídicí pracovníky ve zdravotnictví – Metody hodnocení zdravotního rizika v hygieně, Praha,

1991, 1995 - Kurz Toxické látky v životním prostředí, IPVZ, Praha,

1994 - US. EPA a Státní zdravotní ústav, Praha, Tréningový kurz hodnocení zdravotních rizik, Praha

1993 - US.AID, Environmental Training Project and Institute for Sustainable Communities, Monitorování životního prostředí, Legislativní a ekonomické nástroje, 1993

### **Granty:**

2012 – 2014 TAČR- alfa 0202944 „Hodnocení faktorů vnějšího prostředí na zátěž dětské populace alergenů“

2011 - 2014 Cíl-3 Operační program česko-saské spolupráce 1000 83 657  
“Ultrajemné částice a zdraví v Erzgebirgskreis a Ústeckém kraji “

2008-2010 Impel project - EU International Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, national representative

2008-2009 ENVIRISK – projekt Šestáho rámcového programu EU

2007 - “Vím, co dýchám” , Projekt Pražských matek a ZÚ Kolín, podpora Magistrátu města Prahy

2007 - Matra-flex programme, ‘Implementing Health Impact Assessment in Public Health in the Czech Republic MATRA-flex project MAT05/CZ/8/7

2002 – 2005 CAFE –Clean Air for Europe, national representative

1997 – 1998 Zlepšení kvality zdraví seniorů výživou a fyzickou aktivitou, Ministerstvo zdravotnictví

1993 – 1996 Ministerstvo životního prostředí, Výskyt lymfomů a leukemií a životním prostředím



## 8. SEZNAM PUBLIKACÍ

### Publikace dizertační práce

#### a) Publikace s IF:

1. Dostal M, Pastorkova A, Rychlik S, Rychlikova E, Svecova V, Schallerova E, Sram RJ (2013) Comparison of child morbidity in regions of Ostrava, Czech Republic with different degree of pollution: a retrospective cohort study. *Environmental Health* 12(1) :74-84, doi : 10.1186/1476-069X-12-74.
2. Dostál M, Průcha M, Rychlíková E, Pastorková A, Šrám RJ (2014) Differencies between the spectra of respiratory illnesses in children living in urban and rural environments. *Cent Eur J Publ Health* 22 (1): 3–11
3. Rychlikova E, Fejfusova J, Subrt P (1998) Health risk assessment in evaluation of metals in TSP. *Centr Eur J Publ Health* 6 (3): 231-234

#### b) Publikace bez IF

1. Rychlíková E, Rychlík Š, Skorkovský J, Beneš I, Novák J, Šrám JR (2005) Hodnocení znečištění ovzduší prachem a polycyklickými aromatickými uhlovodíky v Teplicích, Prachaticích a některých částech Prahy. *Ochrana ovzduší* 5-6: 38-44
2. Rychlíková E, Fejfušová J, Papáčková L, Jančík P, Šrám RJ (2009) Odhad zdravotního rizika znečištění ovzduší jemnými prachovými částicemi pro dospělé a děti z Ostravy-Radvanic/Bartovic. *Ochrana ovzduší* 5-6: 42-50
3. Rychlíková E, Pastorková A, Šrám RJ (2010) Astma a aktuální znečištění částicemi. *Ochrana ovzduší* 5-6 : 50 -53
4. Dostál M, Průcha M, Rychlíková E, Pastorková A, Šrám RJ (2012) Nemocnost dětí v okresech Teplice a Prachatice: Longitudinální ekologická studie. *Ochrana ovzduší* 5-6: 11-19

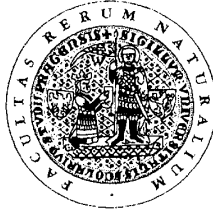
5. Dostál M, Pastorková A, Rychlík Š, Švecová V, Rychlíková E, Šrám RJ (2011) Nemocnost dětí v Ostravě 2001 – 2009. *Ochrana ovzduší* 5-6: 7-12
6. Skorkovský J, Kotešovec F, Švecová V, Brynda J, Rychlíková E, Šrám RJ (2010) Vývoj dlouhodobé úmrtnosti ve dvou lokalitách Moravskoslezského kraje s rozdílnou úrovní znečištění zevního ovzduší. *Ochrana ovzduší* 5-6: 28-34
7. Skorkovský J, Rychlíková E, Kotěšovec F, Šrám RJ (2011) Sledování denní úmrtnosti ve třech lokalitách s různými koncentracemi PM10 v ovzduší – Česká Republika. *Ochrana ovzduší* 5-6: 23-29
8. Rychlíková E, Hodnocení vlivu na veřejné zdraví u strategií (HIA-SEA) (2010). *EIA-IPPC-SEA*: 3-5
9. Rychlíková E, Papáčková L, Bernardová L, Svatek P (2007) Hodnocení vlivů na lidské zdraví dálkových přenosů znečištění ovzduší vyplývajících z protokolů o těžkých kovech a POPs - Sledování expozice senzitivní skupiny dětí do tří let a matek, Praha, Studie pro MŽP.
10. Rychlíková E, Fejfušová, Papáčková L (2008) Hodnocení vlivů na lidské zdraví dálkových přenosů znečištění ovzduší vyplývajících z protokolů o těžkých kovech a POPs - Sledování expozice senzitivní skupiny těhotných ženů, Praha. Studie pro MŽP.
11. Rychlíková E. (2011) Vývoj kvality životního prostředí Podkrušnohoří – studie pro Vrablíková J et al.: Revitalizace území v severních Čechách UJEP Ústí nad Labem: 24-34
12. Rychlíková E, Smudková M, Ryslava P, Zemanová A, Hrdlicková E (2014) Personal exposure to the air pollution from PM in school children (přípraveno k publikaci)
13. Rychlíková E, Volf J, Kubínová R, Kazmarová H, Kožíšek F, Zimová M, Valešová K, Šlachtová H (2006) Hodnocení vlivů na zdraví Health Impact Assessment (HIA) pro strategické hodnocení vlivů na životní prostředí. MŽP MZ SZÚ. ISBN: 80-7071-263-26
14. Rychlíková E., et al. (2007) Hodnocení znečištění ovzduší prachem v Teplicích, Prachaticích, v Praze-Libuši a v Praze-Smíchově. *Ochrana ovzduší* 5-6: 29-34

## Ostatní publikace

1. Rychlikova E (2005) Air Pollution & health in Central and Eastern Europe -View from a National Policy Perspective. Airnet Conference Praha 2004
2. Rychlikova E (2004) An Integrated Management of National Programme under NECD and Plans and Programms under AQFWD in the Czech Republic, Workshop on Plans and Programmes of Air Quality and Emission Ceilings Directives, Brusel
3. Rychlikova E (2003).:The Clean Air Act-The Main Targets, Workshop In Urban Air Quality, Berlin, 2003
4. Fejfusova J, Rychlikova E, Subrt P (1995) Determination and Evaluation of Inorganic Elementary Components in North Bohemian TSP. International Symposium on Air Pollution by Particulates Prague Oct.1995 Proceedings.
5. Rychlikova E, Fejfusova J, Subrt P (1997) Long-Term Trends in Health Risk Asseessment of Metals in TSP International Symposium on Health Effects of Particulate Matter in Ambient Air Prague Proceedings.
6. Rychlíková E (1997) Výhody a nevýhody sledování hospitalizace, 2. konference Monitoringu zdraví a životního prostředí Milovy
7. Rychlíková E, Klemová J (1997) Monitoring zdraví a životního prostředí Konference Zdraví a životní prostředí, Hradec Králové
8. Rychlíková E (1990) Zapáchající látky, Seminář Krajské hygienické stanice Ústí nad Labem



**Charles University in Prague**  
**Faculty of Natural Sciences**



Summary of Ph.D. Thesis

**Epidemiology analysis of the effect of air pollution on health at regional  
scale**

Supervisor: MUDr. Radim J. Sram, DrSc.

Prague, 2014

## **CONTENT:**

Abstract	31
1. Introduction	32
2. Objectives	33
3. Material and methods	34
4. Results and discussion	37
5. Conclusions	41
6. References	see p. 16

## ABSTRACT

Work involves a health impact assessment of the air pollution of aerosol particles at the some important steps. It describes evidence on air pollution exposure in vulnerable groups of population and searches for the effects. An exposure is a component of causal chains of diseases coming from external origin. And just because it is the main condition. If there is no exposure, there is no health risk. For a possibility to prevent disease we need to know an exposure. We investigated exposure with an activity questionnaire in the three groups of population whose would be to the environmental factors, mainly air pollution, vulnerable. The personal exposure was monitored in a group of children. In preparing the questionnaire, we respect the recommendation of US EPA and WHO. Sensitivity is determined by the properties of the organism, specific period of its evolution, lifestyle and behaviour, the circumstances under which exposure to pollution occurs. We evaluated the effects on health which included short-time mortality, long-time mortality and respiratory morbidity in children. The air pollution and its development were evaluated in the Ustecky Region, Region of Prague and Moravskoslezsky region. The mortality was investigated at the same areas. Exposures of mothers with children from two months till three years age were studied in 30 mothers with children on maternity leave during working days in one week in autumn 2007. Exposures of pregnant women were studied in 40 women by the same way using the activity questionnaire for five all their days in the fall of 2008. Mothers with children under three years age and the pregnant women were living in the suburb of Kladno in family houses. The third exposed group we investigated were school children aged 9-14 years. In this case the activity questionnaires were only additional part of the study. Monitoring of the aerosol particles was performed in Litvinov, Usti nad Labem and Litomerice. In children was realized measurement of personal exposure to PM<sub>10</sub> particles using the sampler clipped to the sweater and with small pump fasted to the waist. The results were compared with data from the nearest point of automatic monitoring network provided by the CHMI. Samples were taken in winter and summer season and compared to one another. In the children exposed to the air pollution during the whole day, personal monitoring can characterize the topical exposure better than the outcomes from the monitoring network. The learning of exposure influence in the specific group of population as well as in mortality and morbidity seems to be helpful in the health impact assessment.

# 1. INTRODUCTION

Air pollution is an important technical branch close to environmental medicine. It can avoid the known risk and prevent the new ones (EC, 2000). According to WHO 23% of diseases is attributed to the environment. Even today environmental diseases arise e.g. poisoning from arsenic in drinking water in India and Bangladesh (Rahman et al. 2005, 2006).

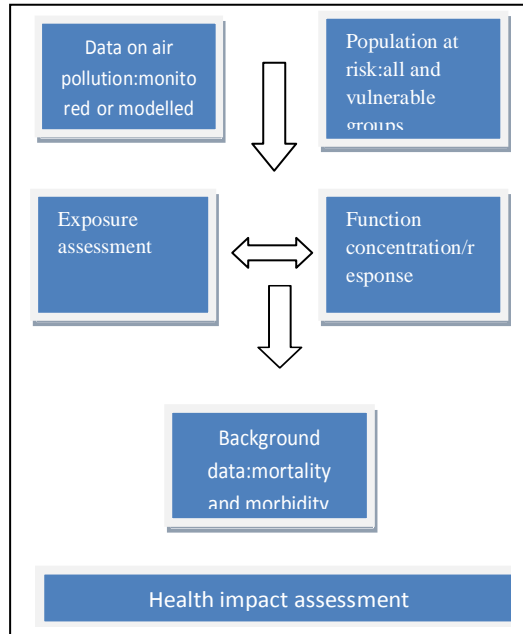
Air pollution in Teplice, Prague and Prachatice has reached and even today reaches levels when the effect can be significant (Dostal et al. 2009, 2011, 2013, 2014, Dejmeš et al. 1999, 2000). The effects of air pollution are possible to find with epidemiology studies (Sioutas et al. 2005, Bonita et al. 2006, Briggs et al. 2009, WHO, 1986) sometimes accompanied with biomarkers investigation. (Routledge et al. 2003, Ruckerl et al. 2006, Schwartz et al. 2005, Pearson et al. 2005, 2010, Peel et al. 2005, 2007, Sram et al. 2005, Araujo et al. 2008).

Air pollution from aerosol particles with carcinogenic substance e.g. arsenic, cadmium and lead, during the years 1985 – 1993 brought an important individual health risk for inhabitants of Usti nad Labem, Kadan and Tanvald. Technical measures in the sources of air pollution had strong improving effect on air pollution levels and health risk.

Certain air pollution have still persisted because of coal energy production and increase of traffic. Mortality proportionally depends on the air quality trend and improves, although very slowly improves and copies the levels of industrial air pollution and traffic pollution in loaded regions. Urban life generally effects health of the population. Atmospheric aerosol particles are differentiated according to the size and fine and ultrafine are more dangerous, penetrating deeply into the lungs to alveols (WHO, 2005).

Our work roughly fills the scheme published by WHO in 2006.





Procedure of health impact assessment of air pollution (WHO, 2006)

## 2. OBJECTIVES

**Question 1: Does the air pollution with aerosol particles exist with effects on human health? Is that a risk for children?**

The work objective and basic question was to find out at heavy polluted regions effecting vulnerable population groups

**Question 2: Is there a probability that during certain levels of aerosol particles pollution there are negative effects on human health?**

Using knowledge of the dose and effect, concentration and effect, respectively it is possible to estimate the impact on the health of the exposed population. It may be a pollution historical, present and future.

**Question 3: Is it true that human organism in contact with the air pollution can probably expect damage in health?**

Vulnerable groups of population can be different in an exposure levels to the aerosol particles in the indoor and outdoor air pollution and physical strain. Physical work can result in difference of exposure that is increase or decrease. The first group we had been interested in were mothers with children aged up to three years. In the other study we investigated exposure of pregnant women. The last one was a little group of school children. Microenvironments where they were living were their home environment, neighborhood, transport means, etc.

**Question 4: How did air pollution with aerosol particles show its probable effect on health?**

Statistics indicators of the health status are mortality and morbidity. How high was the mortality and morbidity? We can use a mortality indicator but for morbidity data we often have to get specially prepared studies. Exceptional are the mandatory reported and recorded illnesses. Vulnerable group exposure evaluation has its own importance and would be used in health risk assessment procedure from inhalation exposure to the ambient air pollution and until now not fully recognized indoor pollution.

**Question 5: Is there a possibility to use gained results to improve the current status?**

Studies on the air pollution effect on health of vulnerable group could help the growth of knowledge of the population strain and exposed population routines with their effects on the quality of health. The knowledge is the first step of prevention. It can serve as a background for specific preventative political decisions.

### **3. MATERIALS AND METHODS**

We assessed an air pollution with aerosol particles for Prague, Teplice and Prachatice in 2005 (Annex 1). For Kadan, Usti nad Labem and Tanvald we provided assessment in 1998, and in Kladno at 2007 – 2008 (Annex 6 and 7). We were interested in heavy metals and arsenic pollution in Usti nad Labem, Tanvald and Kadan. We focused on aerosol particles and polycyclic aromatic hydrocarbons in Prague, Prachatice, Teplice and Ostrava – Radvanice / Bartovice. Historical development of the air pollution in the nineties and eighties in the last century is described in the Annex 1. and 2.

For the health risk assessment of air pollution with arsenic, cadmium and lead for years 1985 -1998 we used US EPA methods (1986). The effect of actual

concentrations of aerosol particles  $PM_{10}$  in Ostrava we assessed the probable increase of asthma symptoms incidence with the use of meta-analysis of Weinmayr et al. (2010).

The outdoor and indoor air pollution exposure in population vulnerable groups we elaborated in 2007 – 2008 and in the school-year of 2012-2013. As methods of research we used activity questionnaires, stationary monitoring and personal sampling. Our sample of 30 mothers with children aged up to three years was our target vulnerable group and as another group we had 40 pregnant women (Annex 6 and 7) from the same city - Kladno. We investigated and observed them for 5 days. Personal exposure to aerosol particles  $PM_{10}$  in school children was monitored between 2012 – 2013. We monitored them for 15 exposure days. Our investigation was realized in the area with air pollution limit value exceedances (CHMI, 2013) for  $PM_{10}$  aerosol particles, polycyclic aromatic hydrocarbons and target values of  $PM_{2.5}$ . We assessed probability of the health risk of As, Cd, Pb in the aerosol particles in Usti nad Labem, Kadan and Tanvald. As the next step we evaluated the cancer risk, we assessed the incidence for inhabitants of Ostrava Radvanice/Bartovice. An investigation of respiratory morbidity in children (Annexes 9,10,11,12) and mortality (Annex 13 and 14) covered the population living in polluted area in Teplice and Prachatice, Moravian-Silesian region divided into the cleaner and polluted parts, and in Prague. The inspiration for the creation of the questionnaire were recommendations of Berglund et al. (2001). Validation of the questionnaires was conducted in a pilot study on employees of the Health Institute. Monitoring of activities distinguished basically three types of exposures: indoors, outdoors, in a vehicle. Indoor monitoring captured activities bringing maximum contamination by aerosol particles: vacuuming, cooking, active and passive smoking. Even sleep has been recorded. Exposure varied according to distance from traffic and transportation.

Means of transport were defined as a car, a bus, an ambulance, a train. We also evaluated the available data on ambient concentrations of aerosol particles, expressed as  $PM_{10}$  and by targeted measurements we obtained data on ambient air quality near investigated homes. We performed a single measurement of aerosol in the air inside the house where the mother with a toddler lived. Measurements in dwelling have been performed by Haz-Dust EPAM 5000 (Eighty Four, USA) according to SOP No. 107 from the Health Institute in Kolin. Data were adjusted to the particles shape coefficient in order to obtain correction. Uncertainty of measurement was 20%. Investigation of exposure to indoor and outdoor air pollution of pregnant women (Appendix 7) in 2008

covered the sensitive group of 40 pregnant women. We wanted to determine whether and what extent the mothers' organism is exposed to air pollution, especially particulate matter PM<sub>10</sub>. The survey was completed by measuring of the concentration of aerosol particles in one house of mothers provided by the NIPH Prague.

Monitoring of exposure in 9-14 year old children from a primary school (Appendix 8) was carried out in the Usti nad Labem region. We made 15 personal aerosol samplings in winter and summer together with filling out the questionnaire. Four children lived in a block of flats, two in their family houses. One boy was from Litvinov, a girl from the suburbs of Litomerice, other children were living in Ústí nad Labem. Four children commuted to school by bus and trolley daily.

Morbidity was observed in a cohort of 1,888 children born in Teplice and Prachatice in 1994 - 1998 for a period of ten years. Locations differed with the air pollution levels containing aerosol particles and polycyclic aromatic hydrocarbons (Annex 9, 12). In cooperation with pediatricians and nurses we made research from the documentation of children regarding sociodemographic characteristics, smoking, pets, allergies, breastfeeding, filled out by the parents. Diagnoses were expressed by codes of ICD-10. Relation of diseases and independent variables was expressed with the Risk rate and a confidence interval. For multivariate analyses we used negative binomial regression, for bivariate testing the effect of covariates by using Kruskal-Wallis rank test equality- Populations was used (Annex 9, 12). Respiratory morbidity of Ostrava children at 2001-2002 (Annex 10,11) was monitored in a cohort of children born in 2001, 2002, 2003 and 2004 through the first five years of life. Localities where children lived were dispatched geographically with a respect to the air pollution. Diseases were investigated in history and information given by mothers by the questionnaire describing situation in their residence, anamnesis, symptoms and illnesses of children. Differences in prevalence of diagnoses were statistically important to the detriment of a group of children living in the most polluted eastern part of Ostrava (Annex 11).

The development of long-term mortality in two areas of the Moravian-Silesian region with different levels of ambient air pollution was monitored during the years 1982 - 2008 (Annex 13). During the investigation of mortality, and indirect standardization for total, cardiovascular and respiratory diseases and lung cancer mortality for men and women in the Moravian-Silesian Region in

polluted districts and cleaner districts was carried out. This was compared with the mortality in the Czech Republic and brown coal basin districts. Monitoring of short-term mortality (Annex 14) in areas with different pollution was carried out for three locations Czech Republic: Moravian-Silesian region, city and districts of the North Bohemian brown coal basin. Mortality was standardized and evaluated for both sexes according to differences in the main causes of death. The predominant causes of death were cardiovascular disease and lung disease. For statistical evaluation, we used Poisson regression model and generalized additive model. To avoid confounders (meteorological and seasonal factors), we used the function loess.

The use of pollutants identification to the risk assessment, knowledge of level of contact with the pollution, an exposure assessment, finding of the dose-response and probability of health effects, can be used to assess the health risks (US.EPA 1986) and supporting documents for improvement of the environmental health state (Appendix 15 and 16).

All is used also in the strategic environmental impact assessment as one of the important chapter. „Health impact assessment“ (Mindel et al. 2003) is used for plans and programmes evaluation and policies and concepts too (Annex 16).

#### **4. RESULTS AND DISCUSSION**

We can say that air pollution affects health (Logan, 1953, Donaldson et al. 2003, 2005, Dockery et al. 1994, Schwartz, 1994, Horstmann et al. 1997, Katsouyannii et al. 2005, Kelly et al. 2003, Franchini et al. 2011, Herr et al. 2011, Hertz-Picciotto et al. 2007, Dawoodi et al. 2010, Anderson et al. 1996, 2004, Bell et al. 2001, Rabinowitch et al. 2006, Weinmayr et al. 2004). The period when concentrations were very high, and the probability of damage also passed (Kotěšovec et al. 2007, 2009, Clancy et al. 2002, Jelinkova and Branis 2002).

Carcinogenic risk accompanying the inhalation of particles containing metals, was very high. In 1989, in Kadan arsenic concentration brought probably individual lifetime cancer risks 5 to 10,000 in Ústí nad Labem 2.5 per 10,000 in Tanvald 3 to 10 000. After 1989 we have recorded a considerable reduction of air pollution in all evaluated areas (Appendix 3). Probability of changes in health status that are based on PM<sub>2.5</sub> pollution in Ostrava - Radvanice/

Bartovice in 2005 - is the population risk of additive 17 deaths for all diagnoses, additive 21 years total incapacity among the population, 660 people in addition to normal incidence with chronic bronchitis in adult population living in Ostrava-Radvanice / Bartovice. Exposure to aerosol particles causes the children to be likely 1.5 - 5 times more ill with respiratory disease and otitis media, compared to the situation without pollution. Children will also likely suffer from symptoms about 9-16 days more during the year (Appendix 4).

There are still concentrations of PM<sub>2.5</sub> aerosol particles and benzo (a) pyrene, which can affect the health of children. Estimated frequency of asthma symptoms in children with asthma and chronic respiratory diseases at the site of the highest current daily pollution in 2010 in the Moravian-Silesian region could cause 160% increase (Annex 5). That it is a reality has been found in other work in the years 2011 - 2012 (Appendix 10, 11) at the monitoring of respiratory morbidity. Episodic high levels of air pollution aerosol particles are not indifferent to the childrens' organism.

Whether and how sensitive population groups are exposed to the air pollution (Kuh et al. 2003, Makri et al. 2004), reveal the results of monitoring in 2007 and 2008 confirming contact with pollution. In Kladno children and mothers were found with the outdoor exposure observed during 5 days 17% of the day, 22% for mothers. Exposure of children and mothers in transport took 6% of the day. Remaining time mothers and children stayed at home. Mothers with their daily activities such as cooking and vacuuming, produced particles developed in this activity, the children participated passively. In a group two mothers smoked. Ratio of measured indoor and outdoor concentrations of PM<sub>10</sub> in homes was 0.83. Indoor concentrations of aerosol particles PM<sub>10</sub> were about 17% higher than outdoors. Exposure of pregnant mothers from Kladno to ambient air was in the comparison to mothers with children longer, reached 44%. It was probably caused by an unusually warm autumn weather in the study period. We used the same methods of questionnaires in 40 pregnant women over a period of 5 days. The stay in an indoor environment with the closed window was 0 - 97.5% of the time of day. The average value of the stay of the mother indoor 55% of the time of day, the median in a fully enclosed space represented 60% of the day. The investigation of the personal exposure to aerosol particles PM<sub>10</sub> with individual samples in children in a primary school took place from November 2012 in heating season to March 2013. In September 2013 we provided the summer measurements.

Children spent more than 75% of daily time in a close distance (50 m) to transport. Outdoor activities with the current distance of 50 m from the traffic lasted 4% of the day. Time spent on public transport was not long, in winter it was about 3.1% and about little less in the summer. The period spent indoor accounted for 95% of the daily time. The window was open in winter 13% of the day, summer 34%. The surprising length of time when the child was sitting or laying, taking up a total of 90% of the daily cycle in winter and 83% in summer (Appendix 8). It had been a minimum depth of breathing and intake of pollutants and the risk of pollution, but brought great risk associated with restricted movement. Personal exposure to aerosol particles  $PM_{10}$  in school children was identified with gravimetry. In winter and in summer we have found different values but differences were not statistically significant (P-value 0.70394). Measured exposures, however, were small. The arithmetic mean of all (winter and summer) the results of measurements of children personal exposure to particulate matter  $PM_{10}$  was compared with the average daily values of  $PM_{10}$  obtained via state network AIM. The arithmetic mean of personal exposures of children was  $54.1 \text{ mg} / \text{m}^3$  (SD 18.2). The arithmetic mean for the same days at the measurement at AIM was  $22.4 \text{ mg} / \text{m}^3$  (SD 14.4). Value T-test was 2.970356 and 0.002263 P-Value. It can be said that the average personal exposure to particulate matter  $PM_{10}$  in children and the mean of outdoor concentration detected by automatic monitoring was significantly different (Appendix 8). The results are comparable with Hinwood et al. (2014) and Wheeler et al. (2004).

The results of studies on respiratory diseases are based on our monitoring a cohort of children in the Teplice and Prachatice studied in Teplice Program and a cohort of children in Ostrava. The diseases were different for children in Teplice and in the rural part of the district. Children from the city of Teplice had respiratory diseases more severe and complicated. It can be concluded that children living in urban areas more polluted Teplice district had more severe respiratory illnesses than children living in cleaner Prachatice district, where upper respiratory tract infections were prevailing (Appendix 9). Children from district Prachatice had a significantly higher prevalence of allergic rhinitis and lower prevalence of wheezing than children from district of Teplice. Three regions had different spectrum of respiratory diseases rather than the overall morbidity and, hypothetically, the effect of air pollution was suppressed by the differences in the level of urbanization (Appendix 11).

The main objective of morbidity monitoring in Ostrava was to test the hypothesis that children born and living in Ostrava-Radvanice / Bartovice have

a higher incidence of acute respiratory illness than children in other parts of Ostrava. In five districts of Ostrava we asked ten pediatricians for the medical records of children (born 2001-2004), obtained a complete list of diseases that children have suffered from birth to age five. The children were divided by place of birth and residence in 4 areas. Comparing the morbidity covered 1,655 children of the Czech ethnicity. In the first year of life, the incidence of upper respiratory tract infections was shown in 183 children born and living in the northeastern region of Ostrava (mostly in Radvanice / Bartovice) of 160 or more diseases / 100 children / year and it was higher than morbidity in children in other parts of Ostrava. From birth through the first five years these children had also several times higher incidence of pneumonia, tonsillitis, viruses and intestinal infectious diseases. In addition, these children had three times higher prevalence of asthma diagnosed by a pediatrician or allergologist and twice the prevalence of atopic eczema and allergic rhinitis (Notes 10, 12). The lowest morbidity was found in children living in the least polluted western part of the city (Appendix 12).

In the period of 1982 - 2008 standardized mortality ratio (SMR) was observed and the life expectancy at birth (LE) in two localities of the Moravian-Silesian region with different levels of ambient air pollution. The average concentration of  $PM_{10}$  in the period 1997-2008 was in a polluted area of  $44.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectively  $35.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . The course of SMR and LE in both locations Moravian-Silesian region was compared with each other as well as with the Czech Republic coal basin area Ustecky Region.

Maximum levels of total and specific mortality were found in the coal basin area. That part of republic was mainly in the eighties and in the beginning of nineties of 20th century characterized with extreme level of air pollution.

Relationship between the daily total, cardiovascular and respiratory mortality in men and women and increasing  $PM_{10}$  of  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in air was studied in Prague, in the industrial districts of the Moravian-Silesian Region (MSR) and in the northwestern part of the Czech Republic. During the whole period (1997 - 2009) we measured daily  $PM_{10}$  levels at 18 monitoring stations of the Czech Hydrometeorological Institute. For the calculations we used a total of 367,504 deaths. The annual average  $PM_{10}$  concentrations were  $44.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (MSR),  $38.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (coal basin) and  $28.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Prague) where in the winter  $PM_{10}$  concentrations were always higher. Regarding the increase in  $PM_{10}$  concentration of  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a significant increase in total mortality in men was found (for a four-day average  $PM_{10}$ ) of 8.33% in MSR, 7.88% in Prague, and 5.95% in coal basin. This relationship is the most pronounced in areas with the highest concentration of  $PM_{10}$ . The higher increase in mortality was observed



in men older than 65 years (13.67% in MSR, Prague 8.49%, 8.41% coal basin). Relationship between daily mortality and  $PM_{10}$  is also more pronounced for cardiovascular (CVD) mortality (12.9% MSR, Prague 9.72%, and 9.03% coal basin), especially in men over 65 years old (18.42% MSR,

Prague 10.49%, and 12.76% coal basin) and also for respiratory mortality in MSR (14.26%) and in Prague (18.24% - lag 2). For women, the results are quite different. For daily total and cardiovascular mortality was observed an increase in mortality in relationship to the increase of the concentration of  $PM_{10}$  of  $\mu g/m^3$ ; only women living in coal basin districts had significantly increased respiratory mortality. What is clear is that mortality is significantly influenced by other factors, such as differences in exposure to other pollutants in a professional, external and domestic environment, differences in the prevalence and intensity of smoking, and socioeconomic status (Appendix 14).

## 5. CONCLUSIONS

The purpose of our study was to verify whether there is air polluted with aerosol particles in concentrations that could harm human health, especially children, and if it is necessary to reduce the risk from the environment (WHO 2004). We dealt with the air pollution in Teplice, Prachatice and Prague, Ostrava Radvanice / Bartovice. We had described the long-term air pollution in the Podkrusnohori, which was probably brought together with other factors on the health of the inhabitants. In this area, people are dying earlier than in the whole country, and there is also the shortest life expectancy, air pollution, however, currently is not the worst.

We used measurements of air pollution by arsenic, cadmium and lead in TSP particles and within the years 1985 - 1997 we estimated the carcinogenic effect. The probability of lung cancer was unacceptably high in the air pollution areas especially in the 1989. Aerosol particles and polycyclic aromatic hydrocarbons and other constituents of the aerosol particles also contributed to the atherogenesis and the changes currently supporting cardiovascular disease. Furthermore, we evaluated the health risks of air pollution by carcinogenic hydrocarbons and particulates for part of Ostrava-Radvanice/Bartovice. The health risks of total mortality and cardiovascular mortality were high. We tried to estimate the effect of short-term effects of  $PM_{10}$  aerosol particles concentrations and the probability of deterioration in asthmatic children. According to a meta-analysis Weinmayr et al. (2010), any increase in the concentration of  $10 \mu g/m^3$  meant an increase in asthma symptoms by 2.8%. Short-term high pollution aerosol particles  $PM_{10}$  in

January 2010 pointed at the increase in asthmatic children and children with chronic diseases of the respiratory tract deterioration. The presence of this current pollution explains why the incidence of children with asthma or asthma-like attacks in this area is so high. They are present in concentrations high enough to make a coughing fit caused more often fluctuates and increases which results in the worsening of symptoms leading to diagnoses. Using a questionnaire, we conducted an evaluation of exposure of sensitive groups of mothers and infants and toddlers. We carried out the findings of the relation of concentrations indoor and outdoor of the residence of the child. There was also observed a maternal exposure in an outdoor environment, it was comparable to the child's exposure with the length of the stay outside longer. The purpose of the follow-up was to determine the real exposure of sensitive groups of 40 pregnant women and the relations between concentrations inside and outside the dwelling of the future mother. We wanted to determine whether and to what extent the parent organism is exposed to air pollution, especially particulate matter PM10 pollution. Exposure to future mothers ambient air monitoring was sensitive to the previous group of mothers with children longer, reached 44%.

Questionnaires with time exposures and activities among school children had shown that in 95% of the time of day children spent indoor in the building, whether it be in school or at home, and they showed the negatives associated with lifestyle. Children almost all at 93% in winter, and at 90% in summer were sitting or lying. As the exposure of children with a lack of exercise are turning to the detriment of the health of children. School children, were monitored in Litvinov, Usti nad Labem and Litomerice, living in a similar manner and in similar conditions, such as children in England and Australia. In summer, we found our children more exposed to aerosol particles of soil and dust transport, in the winter rather aerosol particles originating from the combustion of coal. The exposures reflects the content of metals and arsenic in aerosol particles.

Childrens' respiratory diseases are often associated with inhalation of particles (Appendix 9, 10, 11, 12). The effect of pollution is very closely related to the lifestyle, addictions, particularly active and passive smoking, disease, illness in the family, especially the mother during pregnancy, contact with pollution in children at an early age (Dejmek et al. 1999, 2000).

Long-term mortality, was standardized to the standard of the Czech Republic. It was the highest in the coal basin districts at Usti nad Labem Region. Cardiovascular morbidity in more polluted and cleaner part of the North

Moravia was different. The values were lower than in the North of Bohemia. But in Usti nad Labem Region and the Moravian-Silesian Region, in clean and more polluted areas, mortality was higher than in the Czech Republic. The dependence of mortality and pollution would be appropriate to follow prospectively with detailed knowledge of exposure and population, preferably in a large cohort. Far better we would cope with confounders especially from the social field. Short-term mortality in comparison with long acted differently. The highest mortality was in Ostrava, Prague has the lowest. Higher mortality manifested in the age group of the population older than 65 years. Mortality of women with respiratory diseases was higher only in Usti nad Labem (Annex 14).

Our findings may provide a basis for process evaluation of the impact on public health in the Czech Republic. And this despite of the fact that we did not follow exposure of the majority population, but only groups sensitive to the environmental pressure with a characteristic pattern of life. In the health impact assessment procedure it can be used.

## **REFERENCES**

(see POUŽITÁ LITERATURA p. 16 )

## **CURRICULUM VITAE**

(see ŽIVOTOPIS p. 23)

## **AUTHOR'S PUBLICATIONS**

(see SEZNAM PUBLIKACÍ p. 25)